

交通施設計画の経済・社会インパクトの予測について

京都大学工学部 正会員 若井郁次郎
三菱総合研究所 正会員 菅原章之

1. はじめに

交通施設(港湾, 高速道路, 高速鉄道, 空港など)整備を目的とした公共事業は, その規模が大きくなり, 其の影響範囲が広いことから, 従来より開発効果の研究がなされてきた。特に, 開発効果の研究の中心は, 経済概念によるアプローチであった。さらに, 交通施設投資計画の事前, 事後の評価を行う必要から, 統一した評価尺度による開発効果の測定法の研究が進められてきた。この理論的背景となるものが費用便益分析理論である。費用便益理論は, 体系的に整備をしておいて, 人々を納得されるものである。しかし, ここでは, 交通施設計画による開発の効果も, 総て費用あるいは便益で計測されねばならないという, 一つの弱点を持っている。それゆえ, 景観などの評価といふ, 無形(intangibile)なものに対しても有効でない。こうしたことをいふ, 今日の交通施設計画では多様な評価項目を含むため, これらの計画を評価する際の困難が生じている。

ところで, 交通施設計画を含め, 広義の意味での公共投資(公共事業)の目的は, 国や地域の住民の福祉の向上にある。しかし, この公共の福祉という標語は, 抽象的であり, 各立場の人とにおいて解釈が異なる。したがって, この具体性の欠如を克服して, 交通施設計画(公共事業)による開発効果を範囲に把握することが, 今日の一つの大きな課題であるといえる。この作業を進めることにより, 交通施設計画がもたらす開発効果の範囲が拡張されるばかりでなく, 交通施設計画の総合評価への礎となるものと考えられる。

本研究は, こうした問題意識から, 従来の交通施設整備による開発効果の測定法と整理し, 福祉効果も社会変数として導入し, 新しい交通施設計画の評価法を提案・紹介するものである。

2. 従来の研究¹⁾⁴⁾

交通施設計画による経済効果測定法を分類・整理したものを図1に示す。このように大別すると, 経済効果を測定する方法としては, 個別的計測方法と総合的計測方法とがある。前者は, 交通施設計画による, てもたらされると思われる個々の経済効果も, 予め与えられた原単位を使用して, これを集計する方法である。積み上げ方

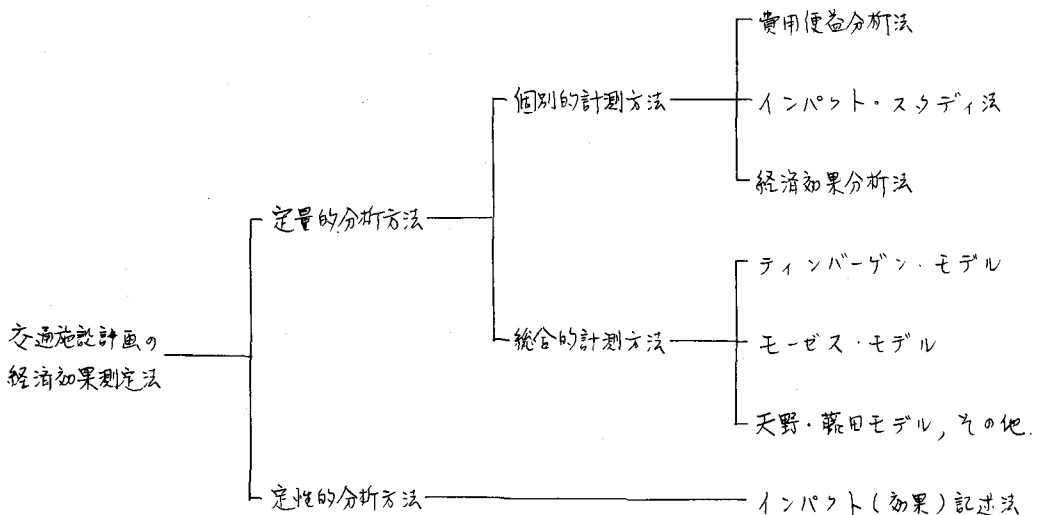


図1. 従来の経済効果測定法

式にもいわれる。従って、地域経済分析や地域間産業連関分析に基礎として、総合的・経済効果を計測する方法である。これらの方法は、各種の経済効果の測定が可能であるという条件のもとで、その方法が適用されている。しかし、前述1により、測定可能な効果も含む。これにより、定性的記述法より補充される。また、このときの経済効果の例を表1に示す。

ところで、交通施設計画の経済効果は、一般に内部経済・不経済、外部経済・不経済に分類される。従って、外部不経済は、社会的費用として議論されているものである。

マーシャルは、各企業が、独立に企業として、経営効率を高める結果、生産費等が低減することにより内部経済、すなわち、企業内の各種施設の整備や関連企業の発展による輸送費、原料費等の低減も外部経済と述べている。しかし、交通施設に対する見方の相違により、交通施設計画の経済効果の分類も異なるという意見もある。すなわち、以下のようである。

① 交通施設と交通機関とを交通サービス業という一つの経済単位と構成する不可分のものとする。

② 交通輸送サービスと交通サービスの供給者と其の需要者とを区別し、交通施設と交通サービスとを区別する独立の経済単位とする。

①によれば、直接効果は、内部経済、間接効果は、交通輸送業の外部経済である。一方、②によれば、経済効果は、外部経済となる。この他にも、これらの概念と拡張を述べられているが、結局、交通施設計画による効果も外部経済、機械も外部不経済とする見方に落ち着いている。ところで、直接効果、間接効果の定義について述べておく必要がある。これらの言葉は、経済効果の波及過程による分類で、その定義としては、以下のものが妥当であると考えられるので、直接引用する。

- ① 直接効果とは、公営土木建築物が公営事業により、建設されることにより、直接その利用者が得ることのできる便益である。たとえば、道路建設・港湾修築により、生じる輸送費の軽減、輸送時間の短縮である。
- ② 間接効果とは、公営事業により建設された公営土木建築物の間接利用者に対する便益として発生する。たとえば道路の建設・港湾の修築が輸送費や輸送時間を軽減させることにより、産業基盤が改善され、皆既地および関連地域の生産力の増強が行われることなどである。

一般に、間接効果は長期にわたって発生し、波及効果とも言うことになっている。そして、この効果は公営投資だけでなく、民間投資が同時進行してあらわれるもので、複合効果とも呼ばれている。

次に、図1で分類した経済効果の測定法について簡単に説明しよう。

(1) 費用便益分析法

本方法の発想は、土木技師デュポイ（仏、Dupuit, J., 1804）の研究に始まり、1902年のアメリカの河川・港湾法（the river and Harbor act）に採用されて以来、大いに発展してきた。この方法による交通施設計画の経済効果は、定量的にあり、その計画が実施される場合と実施されない場合との経済水準の差により、計測される。これを With and Without Comparison Method といい、この方法では、間接的便益も考慮されるが、一般にその計測は困難であるため、直接効果での貨幣尺度で計測できる評価項目のみを対象としている。

(2) インパクト・スタディ法

本方法は、アメリカの道路工学の分野で開発された手法で、間接効果の計測を対象の中心としている。これは次の2つの方法が提案されている。

1) 前後比較法（Before and After Comparison Method）：これは、予の選定とある経済指標を同一で、交

表1 高速道路の経済効果（文部省より）

		項 目
外部経済的効果	直接効果	(1) 走行費の節約 (2) 輸送時間の短縮 (3) 運転手の疲労度の軽減 (4) 交通速度の増大 (5) 荷傷みの減少と梱包費の節約 (6) 交通事故の減少
	間接効果	(1) 生産・輸送計画の合理化効果 (2) 工業開発効果 (3) 資源開発効果 (4) 都市人口の分散効果 (5) 流通経済の合理化効果 (6) 市場の拡大効果 (7) 既存道路上の交通混雑の緩和効果
外部不経済的効果		(1) 農地の道路用地への転用と農地の分断による農業生産物の減少 (2) 新工場の進出による既存工場の生産量の減少 (3) 財貨の流動パターンの変化によって供給し得なくなった従来の供給の損失 (4) 道路の建設による文化財および観光資源の破壊による社会的損失 (5) 道路を利用する自動車によって生ずる騒音、排気ガスなどの公害の増大

通施設の建設前と建設後とを比較して、交通施設計画の経済効果を測定する方法がある。この方法によれば長期間に発生する経済効果の変化を知ることができるとは、経済の自然成長と交通施設による経済効果とを区別することは困難である。

2) 地域比較法 (Study Area and Control Area Comparison Method): これは、研究地域(交通施設によって影響を受ける地域)と比較地域(交通施設建設前の研究地域と同等に経済・地域構造をもつ、当該の交通施設の建設によって影響を受けない地域)との経済指標を比較して、経済効果を測定する方法である。一般には、上記の方法と併用して、交通施設計画の経済効果が検討される。

(3) 経済効果分析法

本方法は、日本道路公団によつて開発された方法である。これは、上述の費用便益分析法とインパクト・スクレイ法とを併用したもので、基本的には、費用便益分析法に中心がおかれている。

(4) タインバーゲン・モデル

本方法の基本的考え方は次のようである。いま、安定均衡状態におかれている国(地域)を考へ、この国に交通施設がかけられると、そこでの経済活動に変化が生じる。この変化は、新しい環境のもとで、時間の経過とともに、また新しい安定均衡状態に達する。この経済活動の変化が、交通施設建設によつてもたらされる効果である。この方法によれば、間接効果・波及効果の測定が可能になる。しかし、他の方法では、評価尺度として国民所得を採用しているものの、社会的厚生(福祉)の効果は、明確に区別できない欠点も有する。

(5) モーゼス・モデル

彼は、交通施設の開発効果を財の生産と取引のパターンの変化によつて定義している。すなわち、産業連関分析を使って財の生産と取引のパターンの変化を調べ、これを現実の財の生産と取引のパターンと比較し、その差分をもつて交通施設の開発効果としている。そして、取引のパターンを線形計画法により定式化して、その変化を調べる方法が用いられている。

(6) 天野・藤田モデル

本方法は、交通施設整備による地域構造変動分析のための計量モデルであり、その基本は拡張地域内産業連関分析にある。これは、従来の産業連関分析法が静的な取り扱いをしていたのと、さらに動的に拡張・発展させたものである。このモデルの特徴としては、地域間交易係数の内生化、投入係数の時系列化、交通容量のフィック効果がある。

この他に、多数のモデル開発が行われているが、ここでは省略する。

以上の方法は、いづれも交通施設計画の経済効果・開発効果は、貨幣タームを中心として評価尺度で測定するものである。したがって、経済効果や開発効果は、直接貨幣タームで計測可能なものか、あるいは何らかの方法で貨幣タームに変換可能であるという評価項目に限定されている。そのために、計量不可能な評価項目も社会に置かれている評価項目についての評価がなされていない。また、環境問題も含めた広範な立場からの交通施設計画の評価ができていないなどの欠点がある。そこで、このような問題点を出發して、以下に述べるような新しい観点から出發した交通施設計画の開発効果測定法も提案することになるのである。

3. ドレヴ)フスキーによる福祉の測定と計画⁶⁾

ここでは、以下に紹介するモデルの基本となる、ドレヴ)フスキーの考え方と方法も述べる。

従来から、幸福や福祉という社会的変数は主観的であるため、定量化は不可能だとする説が大勢を占めていた。しかし、福祉は様々な要因から構成されていることから、定量化可能なものが考えられる。すなわち、福祉の内容を検討することにより、定量化可能なものと定量化不可能なものとを区別すれば、従来の学問分野からいくつうであるように、定量的な単位が規定できる。ところで、社会的変数は、いくつかの要素から構成されていて、

その中で定量化可能なものを社会指標と呼ぶ。したがって、社会的変数は、1つあるいはそれ以上の社会指標からなる。このようにして得られる社会的変数を「測定可能な福祉」と呼ぶことにする。次に、測定可能な福祉をフロー・ストックと分類し、彼は、福祉のフローを生活水準と定義して福祉状態と区別している。ただし、フローとは、国民の周期的に充足するニーズに対する単位時間当りの充足を、ストックはある一時点における国民の状態で意味する。さらに、投入指標と成果指標とに分類する。そして、ストック指標は成果指標、福祉の水準を直接測定するフロー指標は成果指標であるとされている。

以上の準備のもとに、ダレブノフスキーは、産業連関分析を基本手法として、社会指標を用いた地域総合計画のモデルを提案している。このモデルの基本的表を以下にみる。

彼は、社会・経済的変数はひとつという考えから出発し、開発とは単一の社会・経済的変数の質的変化と量的成長の過程と定義する。そして、純粋な社会開発や経済開発は存在しないことから、単に「開発」という単一の過程で話さなければならないとしている。ここに、従来の計画を超える積極性がある。すなわち、開発の結果も貨幣で表わされることは、提供される資源に基づいて考察するが、それらが人々の生活にどのように影響するの考察しないからである。次に、福祉効果と生産性効果という言葉と定義しておく。

① 福祉効果：物質の生産と分配・消費という経済的過程は、最終の段階で福祉を産出する。国民生産物の分配の決定以上には進まない伝統的な経済計算においては無視されている部分である。

② 生産性効果：経済成長は社会的条件に影響を及ぼす（福祉を産出する）だけでなく、福祉の増加は、労働の質に改善効果に及ぼす。このフィードバック過程は福祉の生産性効果と定義される。

こうして、経済的変数と社会的変数との間の相互依存を投入産出表で表わした相互依存表を提案している。これには、短期モデルと長期モデルとがある。それぞれ表2、3に示す。なお、表2は当面の計画期間、表3はその期間終了後の未来の期間を表すモデルである。これらの相互依存表は、次のように3段階へ分割される。第1段階は生産に関連する。ここには国民経済計算において一般に必要とされる情報が含まれる。第2段階は、福祉の産出である。消費財が国民の福祉に及ぼす影響と関連する。第3段階は福祉状態の生産効果の産出である。

次に、社会指向型開発計画手法を提案している。ここでは、線形計画法によって定式化も行なっている。すなわち、現在の計画の開始

時点において利用可能なその活動の産出フローが、計画期間内において変化しないとして、与える活動の総量を制約条件として、極大化されるべき福祉のフローを表わす値を目的関数として、これを最大にするものである。そして、制約条件式における係数は効果係数と呼ばれ、産業連関分析における投入係数に相当する。この効果係数は、表4のように与えられる。これは、短期・長期モデルの

表2 相互依存表 No.1 (現在) (文献6)より

		受 け 取																る 活 動									
		蓄 積								消 費								(6)				生 活 水 準 (8)				福祉状態(9)	
		労働	労働の質	資本	技術	過程中的財	栄養	住宅	健康	教育	余暇	栄養	住宅	健康	教育	余暇	栄養	住宅	健康	教育	余暇	栄養	住宅	健康	教育	余暇	栄養
		1	2	3	4	5	61	62	63	64	7	81	82	83	84	85	91	92	0								
		1	2	3	4	5	61	62	63	64	7	81	82	83	84	85	91	92	0								
生 産 活 動	労働																										
	労働の質																										
	資本																										
	技術																										
	過程中的財																										
	栄養																										
	住宅																										
	健康																										
	教育																										
	余暇																										
生 産 活 動	生活水準(福祉のフロー)																										
	栄養																										
	住宅																										
	健康																										
	教育																										
	余暇																										
	福祉状態(9)																										
	教育状況																										
	消費および配分																										
	生産性効果																										
	浪費および配分																										

両方に適用できる。

表3 相互依存表 No.2(未来) (之六)より

4. 評価モデルの提案

モデルの基本的考え方は道路投資とそれによる形成される社会資本としての道路が生み出す直接的便益を計測し、それが福祉水準とあり得ることを示される社会指標にどのような影響を与えるかを定量的に把握する。

そこで、道路投資と道路の生み出す効果(便益)の派生過程を次の4段階に分けて把握した。

第1段階は直接効果の発生である。道路建設投資は有効需要を喚起し、より道路は交通サービス生産の前提条件をつくり出す。

第2段階は、道路の提供による交通サービスが消費されることにより形成される間接効果の発生である。従来の道路計画の経済効果分析はこの分析と扱うのを目指していた。

第3段階は、生活水準の段階である。間接効果が生活水準にどのような影響を与えるかを分析する。生活水準を構成するのはフロー指標である。

第4段階は、福祉状態が形成される。福祉状態を構成するのは、ストック指標である。

以上を考慮して作成したのが表5である。この表5の各指標について説明を以下に行なう。

1) 第1段階：直接効果：これは建設投資と利用者便益、周辺住民の便益に分けて効果を測定する。[指標10]建設投資は有効需要を喚起するが、この大まかさはケインズの乗数理論によって計測できる。ただし、投資はプロジェクトライフの初期に集中するため、他の効果と比較する場合は、時間影響の考慮が必要である。

$X_{0,21}$ ：新たな投資財源として、生産指標へのフロー、 $X_{10,22}$ ：消費へのフロー。

			受ける活動																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			現在から					未来																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
								労働				労働の質				資本				技術				過程中的財				消費				生活水準				浪費																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
			1	2	3	4	5	F61	F62	F63	F64	F81	F82	F83	F84	F0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

表4 効果係数表 (之六)より

	1	2	3	4	5	61	62	63	64	7	81	82	83	84	85	91	92
1		$a_{1,2}$	$a_{1,3}$	$a_{1,4}$	$a_{1,5}$	$a_{1,61}$	$a_{1,62}$	$a_{1,63}$	$a_{1,64}$								
2		$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	$a_{2,4}$	$a_{2,5}$	$a_{2,61}$	$a_{2,62}$	$a_{2,63}$	$a_{2,64}$								
3		$a_{3,2}$	$a_{3,3}$	$a_{3,4}$	$a_{3,5}$	$a_{3,61}$	$a_{3,62}$	$a_{3,63}$	$a_{3,64}$								
4		$a_{4,2}$	$a_{4,3}$	$a_{4,4}$	$a_{4,5}$	$a_{4,61}$	$a_{4,62}$	$a_{4,63}$	$a_{4,64}$								
5		$a_{5,2}$	$a_{5,3}$	$a_{5,4}$	$a_{5,5}$	$a_{5,61}$	$a_{5,62}$	$a_{5,63}$	$a_{5,64}$								
61											$b_{61,81}$						
62											$b_{62,82}$						
63											$b_{63,83}$						
64											$b_{64,84}$						
7														$b_{7,85}$			

表5 波及効果(道路計画)

第2段階は、道路の提供による交通サービスが消費されることにより形成される間接効果の発生である。従来の道路計画の経済効果分析はこの分析と扱うのを目指していた。

第3段階は、生活水準の段階である。間接効果が生活水準にどのような影響を与えるかを分析する。生活水準を構成するのはフロー指標である。

第4段階は、福祉状態が形成される。福祉状態を構成するのは、ストック指標である。

寄与する活動	受取る活動		直接効果				間接効果			生活水準			福祉水準			
			事業	利用者	周辺											
	10	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	0		
	建設投資	走行時間節約	走行費用節約	走行時間節約	生産額増加	消費額増加	余暇時間増加	個人所得	地方税	レジャー活動	量かさ待客	快適性	健康	浪費		
直接効果	事業	10	建設投資	$X_{10,10}$	$X_{10,11}$	$X_{10,12}$	$X_{10,13}$	$X_{10,21}$	$X_{10,22}$	$X_{10,23}$					$X_{10,0}$	$X_{10,1}$
	利用者	11	走行時間節約	$X_{11,10}$	$X_{11,11}$	$X_{11,12}$	$X_{11,13}$	$X_{11,21}$	$X_{11,22}$	$X_{11,23}$					$X_{11,0}$	$X_{11,1}$
	周辺	12	走行費用節約	$X_{12,10}$	$X_{12,11}$	$X_{12,12}$	$X_{12,13}$	$X_{12,21}$	$X_{12,22}$	$X_{12,23}$					$X_{12,0}$	$X_{12,1}$
間接効果	13	周辺交通増加	$X_{13,10}$	$X_{13,11}$	$X_{13,12}$	$X_{13,13}$	$X_{13,21}$	$X_{13,22}$	$X_{13,23}$						$X_{13,0}$	$X_{13,1}$
	21	生産額増加								$X_{21,31}$	$X_{21,32}$	$X_{21,33}$			$X_{21,0}$	$X_{21,1}$
	22	消費額増加								$X_{22,31}$	$X_{22,32}$	$X_{22,33}$			$X_{22,0}$	$X_{22,1}$
生活水準	23	余暇時間増加								$X_{23,31}$	$X_{23,32}$	$X_{23,33}$			$X_{23,0}$	$X_{23,1}$
	31	個人所得											$X_{31,41}$	$X_{31,42}$	$X_{31,43}$	$X_{31,0}$
	32	地方税											$X_{32,41}$	$X_{32,42}$	$X_{32,43}$	$X_{32,0}$
福祉水準	33	レジャー活動											$X_{33,41}$	$X_{33,42}$	$X_{33,43}$	$X_{33,0}$
	41	量かさ(待客数)														
	42	快適性(快適指数)														
福祉水準	43	健康(平均寿命)														
	0	浪費														

[指標 11] 高速道路利用による時間節約は道路利用者の交通目的によつて、その便益の帰属が決定される。

$X_{11,21}$: 業務交通の場合、生産へのフローを生じる。 $X_{11,22}$: 私的交通の場合、余暇時間へのフロー。

[指標 12] $X_{12,10}$: 節約される走行費の一部は通行料金として建設投資へのフローに還元、蓄積される。

$X_{12,21}$: 業務交通の場合に生産へのフロー、 $X_{12,22}$: 私的交通の場合に消費へのフロー。

[指標 13] $X_{13,21}$: 業務交通の場合に生産へのフロー。 $X_{13,22}$: 私的交通の場合に余暇時間へのフロー。

2) 第2段階 間接効果: 直接効果からのフローの流入は、間接効果を形成する。

[指標 21] 直接効果の4つの指標からのフローの流入は、新たな資本を提供し、これによる生産の増加を生ず。

$X_{10,21}$, $X_{12,21}$: 新たな投資財源、 $X_{11,21}$, $X_{13,21}$: 労働時間の実質的延長による生産の増加に寄与する。

$X_{21,31}$: 個人所得へのフロー、 $X_{21,32}$: 地方税へのフロー。

[指標 22] 建設投資からのフローと私的交通の走行費の節約とが、消費の増加を生み出す。

$X_{22,32}$: 地方税へのフロー。 $X_{22,33}$: レジャー活動へのフロー。

[指標 23] 余暇時間は生理的・社会的必需時間を除いた自由時間という意味で用いる。通勤・通学時間の短縮は余暇時間を増加させる。 $X_{23,33}$: レジャー活動へのフロー。

3) 第3段階 生活水準: 個人所得と地方税、レジャー活動(旅行回数)で生活水準を表現する。

[指標 31] 個人所得は経済的豊かさを表す。個人所得からのフローは豊かさと健康へのフローとなる。

$X_{31,41}$: 豊かさへのフロー、 $X_{32,42}$: 快適性へのフロー。

[指標 32] レジャー活動の指標として旅行回数を用いた。消費と余暇時間からのフローを受け取る。

$X_{33,41}$: 健康へのフロー。

4) 第4段階 福祉水準: フローで表現される生活水準は一定の期間を経たのち、福祉状態を形成する。

[指標 41] 生活における豊かさは、住宅個数が評価される。個人所得と地方税からのフローを受け取る。

[指標 42] 生活環境の快適性と下水道普及率を表す。地方税からのフローを受け取る。

[指標 43] 健康状態を平均寿命で表す。個人所得とレジャー活動からのフローを受け取る。

以上で表5の道路計画の波及効果について、指標の説明と同時に、基本的考え方を述べてきた。さらに、基本的な手続は、上で説明したものと同一であるが、行列を用いて再記しておく。

第1段階	D	第2段階	$D^T A = S$
第3段階	$S^T B = L$	第4段階	$L^T C = W$

ここに、 D : 直接効果行列、 A : 効果係数行列、 S : 間接効果行列、 B : 効果係数行列、 L : 生活水準行列、 C : 効果係数行列、 W : 福祉状態行列 である。

5. おわりに

今回の研究では、交通施設計画として道路計画を選ぶ、この道路計画の効果は福祉水準にどのような影響をもたらしかを測定することを目的としていた。そこで、剛登の概念を再検討することから出発し、いわゆる「ドレグ」ノフスキーモデルを通じて交通施設計画への適用を試みた。その結果、モデルの前提条件、線形性の仮定などの問題は残るが、有効な方法であることがわかった。最後に、京都大学工学部の長尾義三教授に感謝したい。

参考文献 1) 佐々木恒一、河野博忠、蔵下勝行: 道路の経済効果と投資基準、技術書院、昭和40年。

2) 吉川和宏: 土木計画とOR、文芸、昭和44年。

3) 長尾義三: 土木計画序論—公共土木計画論—、共立出版、昭和47年。

4) 天野光三・藤田昌久: 交通施設整備による地域構造の変動分析モデルに関する研究、昭和43年4月。

5) United Nations: Manual on Economic Development Project, United Nations Publication, 1954. pp.193 ~ 242.

6) J.ドレグノフスキー著、阪本靖解説: 福祉の測定と計画、日本評論社、1977。